

PENERAPAN *VALUE ENGINEERING* PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN (STUDI KASUS JALAN LINGKAR TIMUR, KAB.SIDOARJO, JAWA TIMUR)

Febry Anisya Putri

Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

e-mail: febryputri@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Sidoarjo akan melakukan perencanaan teknis peningkatan jalan di Lingkar Timur Sidoarjo. Adapun proyek dengan biaya sebesar Rp. 208.105.921.821,- dengan panjang 8,6 Km memiliki harga per kilometer sebesar Rp. 24 Miliar. Dimana umumnya sebuah perencanaan jalan beton per kilometer membutuhkan biaya sekitar Rp. 10 miliar. Oleh karena itu, salah satu alternatif agar biaya lebih efisien tanpa mengurangi nilai fungsi dan kualitasnya, yaitu dilakukan sebuah penerapan *value engineering* pada pembangunan jalan Lingkar Timur tersebut. Dalam melakukan penelitian ini meliputi beberapa tahapan, yaitu tahap informasi, tahap analisis fungsi, tahap kreatifitas, tahap evaluasi, tahap pengembangan, dan tahap presentasi. Dari hasil penerapan *value engineering* dapat dijelaskan bahwa terdapat tiga item pekerjaan berbiaya tinggi yaitu pekerjaan perkerasan *rigid*, pekerjaan *sheet pile*, dan pekerjaan drainase. Alternatif yang didapatkan dari pekerjaan perkerasan *rigid* yaitu perkerasan beton dengan tebal pelat 27cm, tulangan memanjang dan melintang diameter 8mm jarak 150mm, dowel diameter 36mm jarak 300mm panjang 450mm, dan *tie bar* diameter 16mm jarak 750mm panjang 700mm, dengan penghematan biaya sebesar Rp. 18.325.565.449,51 atau sebesar 8% dari biaya pekerjaan perkerasan *rigid*. Pada pekerjaan *sheet pile* alternatif yang terpilih yaitu Talud dimensi L=6m, dengan penghematan biaya sebesar Rp. 39.386.315.158,44 atau sebesar 32% dari biaya pekerjaan *sheet pile*. Untuk pekerjaan drainase alternatif yang terpilih yakni U-ditch ukuran 60x80-120cm+Cover (G 10 ton) dengan penghematan biaya sebesar Rp.12.239.640.328,78 atau sebesar 13% dari biaya pekerjaan drainase. Sehingga total penghematan yang didapat dalam proyek ini adalah sebesar Rp.26.032.346.229,73 atau 12,6% dari biaya awal proyek.

Kata Kunci : *Value Engineering*, Perkerasan Kaku, Lingkar Timur Sidoarjo, Penghematan Biaya.

Abstract

District Public Works and Spatial Planning Office Sidoarjo will carry out technical planning for road improvement in the East Ring of Sidoarjo. The project with a cost of Rp. 208.105.921.821,- with a length of 8,6 Km, has a price per kilometer of Rp. 24 billion. Where generally a concrete road plan per kilometer requires a fee around Rp. 10 billion. Therefore, one alternative that is more cost efficient without reducing the value of function and quality, is to do an application of value engineering on construction of the East Ring of Sidoarjo. In conducting this research includes several stages, namely the information stage, the function analysis stage, the creativity stage, the evaluation stage, the development stage, and the presentation stage. From the results of the application of value engineering it can be explained that three high-cost work items namely rigid pavement work, sheet pile work, and drainage work. Alternative obtained from rigid pavement work are concrete pavement with 27cm plate thickness, reinforcement longitudinal and transverse diameter 8mm distance 150mm, dowel diameter 36mm distance 300mm, length 450mm, and tie bars diameter 16mm distance 750mm length 700mm, with cost savings of Rp. 18.325.565.449,51 or 8% of the cost of rigid pavement work. On the selected alternative sheet pile work is Talud dimension L=6m, with a cost savings of Rp. 39.386.315.158,44 or amount 32% of the cost of sheet pile work. For alternative drainage works selected the U-ditch size 60x80-120cm + Cover (G. 10 Tons) with a cost savings of Rp. 12.239.640.328,78 or amount 13% of the cost of drainage works. So that the total savings of project is Rp. 26.032.346.229,73 or 12,6% of the initial cost of the project.

Keywords: *Value Engineering, Rigid Pavement, East Circle Road Sidoarjo, Cost Saving.*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk merupakan salah satu faktor yang ikut mempengaruhi tumbuh dan berkembangnya pembangunan suatu kota. Perkembangan

jumlah penduduk yang meningkat ini seiring dengan meningkatnya transportasi. Perlu disadari bahwa perkembangan transportasi saat ini tidak hanya

memberikan dampak positif tetapi juga dampak negatif, seperti kemacetan, kesemrawutan dan kecelakaan lalu lintas. Salah satunya berada di Kota Sidoarjo tepatnya berada di Jalan Lingkar Timur Sidoarjo.

Dalam rangka memecahkan permasalahan tersebut Pemerintah Kabupaten Sidoarjo, akan melakukan perencanaan teknis peningkatan jalan di Lingkar Timur Sidoarjo. Maksud dan tujuan dari perencanaan peningkatan jalan di Lingkar Timur Sidoarjo yaitu, untuk membuat konsep trase jaringan jalan yang berkelanjutan dalam rangka memberikan pemerataan pelayanan transportasi yang telah disesuaikan dengan perencanaan pengembangan Bandara Internasional Juanda yang terletak di rencana koridor Jalan Lingkar Timur Sidoarjo tersebut.

Peningkatan jalan di Lingkar Timur Sidoarjo yang direncanakan sepanjang 8,6 Km ini memerlukan biaya sebesar Rp. 208.105.921.821,-. Pada umumnya sebuah perencanaan jalan beton per kilometer membutuhkan biaya sekitar Rp. 10 miliar, namun biaya untuk proyek peningkatan jalan di Lingkar Timur Sidoarjo ini per kilometernya yaitu sebesar Rp.24 miliar. Salah satu alternatif agar biaya lebih efisien tanpa mengurangi nilai fungsi dan kualitasnya yaitu dilakukan sebuah penerapan rekayasa nilai (*value engineering*).

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu adanya penelitian penerapan rekayasa nilai (*value engineering*) pada Jalan Lingkar Timur Sidoarjo, yang diharapkan dapat meminimalisir biaya tanpa mengurangi fungsi dan kualitas yang diinginkan.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang terjadi sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil penerapan *value engineering* pada proyek peningkatan jalan Lingkar Timur Sidoarjo?
2. Berapakah potensial penghematan biaya hasil *value engineering* pada proyek peningkatan jalan Lingkar Timur Sidoarjo?

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil penerapan *value engineering* pada proyek peningkatan jalan Lingkar Timur Sidoarjo.
2. Untuk mengetahui potensial penghematan biaya hasil *value engineering* pada proyek peningkatan jalan Lingkar Timur Sidoarjo.

KAJIAN PUSTAKA

Pengertian *Value Engineering*

Value Engineering (Rekayasa Nilai) adalah metodologi yang dikenal sebagai proses yang terorganisir dengan peningkatan nilai dan kualitas. Proses rekayasa nilai mengidentifikasi peluang untuk menghilangkan biaya yang tidak perlu serta memastikan bahwa kualitas,

keandalan, kinerja dan faktor-faktor penting lainnya akan memenuhi atau mencapai harapan (Dell'Isola, 1997:17).

Rencana Kerja Rekayasa Nilai (*Value Engineering Job Plan*)

Rencana kerja didefinisikan sebagai sebuah pendekatan yang dilaksanakan secara berurutan untuk menjalankan sebuah studi *value engineering*, terdiri dari beberapa langkah atau fase. (SAVE Standard 2007, dalam Berawi 2014:53).

1. Tahap Informasi

Sumber-sumber informasi yang diperlukan pada tahap awal studi adalah yang diharapkan oleh analisis mengenai permasalahan proyek dan menetapkan fungsi proyek (Hunter&Kelly (2007), dalam Berawi 2014).

2. Tahap Analisis Fungsi

Dalam Berawi (2014:92), aktivitas ini bertujuan untuk mencari fungsi-fungsi yang akan menjadi fokus studi lebih lanjut. Tujuan ini dapat dicapai dengan cara menghitung indeks nilai (*value index*). Indeks ini mencerminkan teori dasar dari nilai dimana nilai (*value*) adalah hubungan antara biaya (*cost*) dan manfaat (*worth*)

$$\text{Nilai (value)} = (\text{Cost}) / (\text{Worth})$$

3. Tahap Kreativitas

Tahap ini menjawab pertanyaan tentang cara apa yang harus dilakukan untuk memenuhi kebutuhan, dan hal apa saja yang ditampilkan oleh fungsi yang diinginkan. Pada tahap ini juga dilakukan *brainstorming* (Berawi, 2014).

4. Tahap Evaluasi

Dalam Proses ini berurusan dengan memilih dan mengambil keputusan terhadap pengembangan fungsi yang bisa dilaksanakan, termasuk menganalisis biaya terhadap fungsinya. (Berawi, 2014).

5. Tahap Pengembangan

Tahap ini bertujuan untuk menganalisis lebih lanjut alternatif-alternatif yang terpilih dari tahap sebelumnya, dibuat program pengembangan idenya, sampai menjadi usulan yang lengkap. (Berawi, 2014:60).

6. Tahap Persentasi

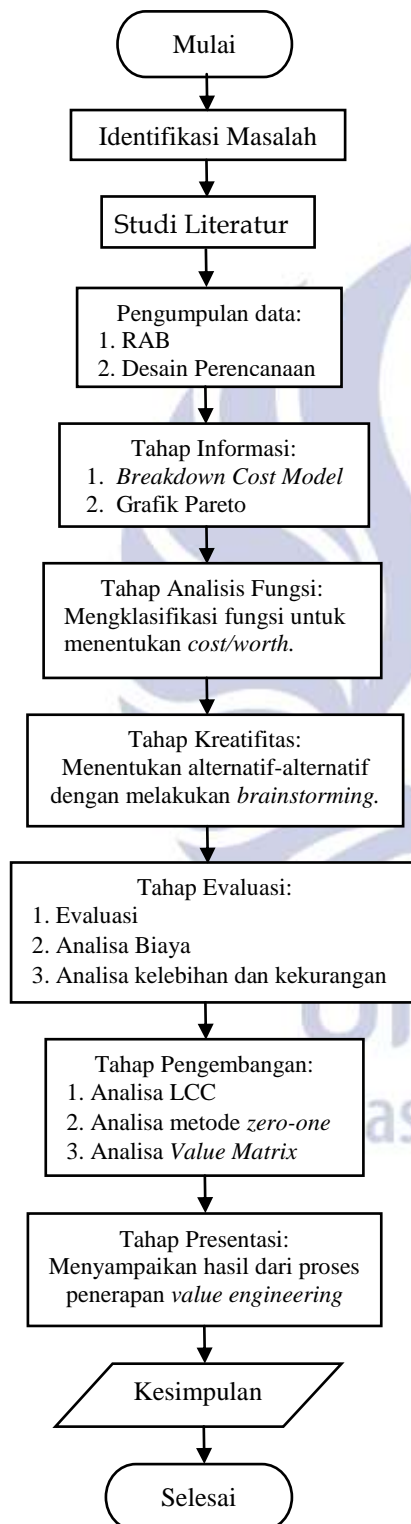
Pada tahap ini akan mempresentasikan laporan studi *value engineering* secara tertulis yang merupakan representasi hasil-hasil kegiatan rencana kerja *value engineering*. (Berawi, 2014).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif. Lokasi penelitian berada di Jalan Lingkar Timur Sidoarjo. Dimana titik awal pekerjaan

lokasi berada di pertigaan Candi Sidoarjo dan titik akhir pekerjaan lokasi di perempatan Prasung Sidoarjo.

Analisis data dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap informasi, tahap analisis fungsi, tahap kreatifitas, tahap evaluasi, tahap pengembangan, dan tahap presentasi. *Flow chart* penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flow Chart* Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Informasi

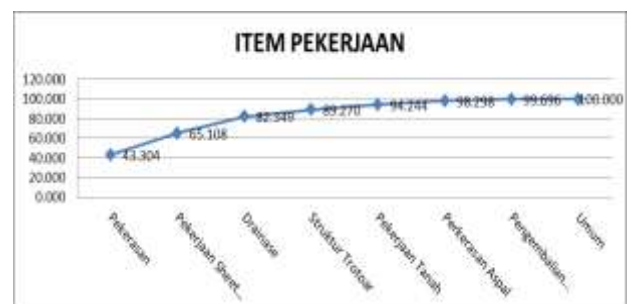
Aktivitas awal yang dilakukan yaitu mengumpulkan data-data terkait seperti rencana anggaran biaya dan gambar desain. Pada proyek peningkatan jalan di Lingkaran Timur Sidoarjo terdapat 8 item pekerjaan. Berikut item pekerjaan yang dimaksud seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Uraian Item Pekerjaan

No.	Uraian	Jumlah Harga (Rupiah)
1	Umum	Rp. 574.510.000,00
2	Drainase	Rp. 32.618.058.333,33
3	Pekerjaan Tanah	Rp. 9.408.988.402,54
4	Pekerjaan <i>Sheet Pile</i>	Rp. 41.249.305.383,79
5	Pekerasan <i>Rigid</i>	Rp. 81.926.254.629,09
6	Perkerasan Aspal	Rp. 7.670.945.626,43
7	Struktur Trotoar	Rp. 13.094.602.721,54
8	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	Rp. 2.644.536.550,92

Tabel 2. Hasil *Breakdown Cost Model*

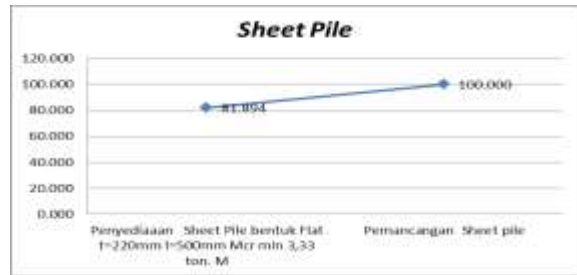
No	Uraian Pekerjaan	Jumlah Biaya	Kumulatif	Bobot (%)
1	Pekerasan <i>Rigid</i>	Rp. 81.926.254.629,09	Rp. 81.926.254.629,09	43,30
2	Pekerjaan <i>Sheet Pile</i>	Rp. 41.249.305.383,79	Rp. 123.175.560.012,88	65,10
3	Drainase	Rp. 32.618.058.333,33	Rp. 155.793.618.346,21	82,34
4	Struktur Trotoar	Rp. 13.094.602.721,54	Rp. 168.888.221.067,75	89,27
5	Pekerjaan Tanah	Rp. 9.408.988.402,54	Rp. 178.297.209.470,29	94,24
6	Perkerasan Aspal	Rp. 7.670.945.626,43	Rp. 185.968.155.096,72	98,29
7	Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor	Rp. 2.644.536.550,92	Rp. 188.612.691.647,64	99,69
8	Umum	Rp. 574.510.000,00	Rp. 189.187.201.647,64	100,00



Gambar 2. Grafik Pareto pada Item Pekerjaan

Tabel 3. Uraian Sub Item Pekerjaan Perkerasan Rigid

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp. 9.471.916,917,98
2	Wet Lean Concrete (t=10cm)	Rp. 10.559.262.152,26
3	Perkerasan Beton Wire Mesh (t = 30 cm)	Rp. 61.895.075.558,85
SUB TOTAL		Rp. 81.926.254.629,09



Gambar 3. Grafik Pareto pada Sub Item Pekerjaan Sheet Pile

Tabel 4 Hasil Breakdown Cost Model pada Sub Item Pekerjaan Perkerasan Rigid

Uraian Pekerjaan	Jumlah Biaya	Kumulatif	Bobot (%)
Perkerasan Beton Wire mesh (t=30cm)	Rp. 61.895.075.558,85	Rp. 61.895.075.558,85	75,550
Wet Lean Concrete (t=10cm)	Rp. 10.559.262.152,26	Rp. 72.454.337.711,11	88,438
Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp. 9.471.916.917,98	Rp. 81.926.254.629,09	100,00
SUB TOTAL	Rp. 81.926.254.629,09		



Gambar 3. Grafik Pareto pada Sub Item Pekerjaan Perkerasan Rigid

Tabel 5. Uraian Sub Item Pekerjaan Sheet Pile

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1	Penyediaan Sheet Pile bentuk Flat t=220mm l=500mm Mcr min 3,33 ton. M	Rp. 33.780.853.059,32
2	Pemancangan Sheet pile	Rp. 7.468.452.324,48
SUB TOTAL		Rp. 41.249.305.383,79

Tabel 6 Hasil Breakdown Cost Model pada Sub Item Pekerjaan Sheet Pile

Uraian Pekerjaan	Jumlah Biaya	Kumulatif	Bobot (%)
Penyediaan Sheet Pile bentuk Flat t=220mm l=500mm Mcr min 3,33 ton. M	Rp. 33.780.853.059,32	Rp. 33.780.853.059,32	81,894
Pemancangan Sheet pile	Rp. 7.468.452.324,48	Rp. 41.249.305.383,79	100,000
SUB TOTAL	Rp. 41.249.305.383,79		

Tabel 7. Uraian Sub Item Pekerjaan Drainase

No.	Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga (Rp)
1.	Pengadaan dan pemasangan U-ditch 80.80 -120 cm + Cover (G.10 TON)	Rp. 32.618.058.333,33
SUB TOTAL		Rp. 32.618.058.333,33

Tahap Analisis Fungsi

Aktivitas yang dilakukan pada tahap ini yaitu mengklafikasi fungsi utama maupun fungsi penunjang dan menentukan *cost/worth*. Berikut analisa fungsi dari pekerjaan perkerasan rigid, sheet pile, dan drainase.

Tabel 8. Analisis Fungsi Pekerjaan Perkerasan Rigid

No.	Uraian Pekerjaan	Cost	Worth
1	Pekerjaan Beton (t = 30 cm)	Rp. 61.895.075.558,85	Rp. 61.895.075.558,85
2	Wet Lean Concrete (t = 10 cm)	Rp. 10.559.262.152,26	-
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Rp. 9.471.916.917,98	-
SUB TOTAL		Rp. 81.926.254.629,09	Rp. 61.895.075.558,85
Cost/Worth		1,32363122	

Tabel 9. Analisis Fungsi Pekerjaan Sheet Pile

No.	Uraian Pekerjaan	Cost	Worth
1	Penyediaan Sheet Pile bentuk Flat t	Rp 33.780.853.059,32	Rp 33.780.853.059,32
2	Pemancangan Sheet pile	Rp 7.468.452.324,48	Rp 7.468.452.324,48
TOTAL		Rp 41.249.305.383,79	Rp 41.249.305.383,79
Cost/Worth		1	

Tabel 10. Analisis Fungsi Pekerjaan Drainase

No.	Uraian Pekerjaan	Cost	Worth
1	Pengadaan dan Pemasangan U-ditch	Rp.32.618.058.333,33	Rp.32.618.058.333,33
TOTAL		Rp.32.618.058.333,33	Rp.32.618.058.333,33
Cost/Worth		1	

Tahap Kreatifitas

Berdasarkan hasil *brainstorming* didapatkan beberapa alternatif untuk item pekerjaan yang akan dilakukan *value engineering*. Berikut alternatif-alternatif yang akan digunakan.

Tabel 11. Alternatif Pekerjaan Perkerasan Rigid

Keterangan	Uraian
Eksisting	Metode AASHTO 1993, Pelat Beton (t = 30 cm), Tulangan (<i>Wiremesh</i> M8 150×150), Dowel (Diameter 38mm, Jarak 300mm, Panjang 450mm), <i>Tie bar</i> (Diameter 16mm, Jarak 750mm, Panjang 700mm)
Alternatif 1	Perhitungan Ulang / <i>Redesign</i> menggunakan metode MDP 2017
Alternatif 2	Perhitungan Ulang / <i>Redesign</i> menggunakan metode Pd-T-14-2003

Tabel 12. Alternatif Pekerjaan Sheet Pile

Keterangan	Uraian
Eksisting	<i>Sheet Pile</i> bentuk Flat 50x22 Type A-L=6m
Alternatif 1	<i>Sheet Pile</i> bentuk Flat 50x22 Type B, L=6m
Alternatif 2	Talud, L=6m

Tabel 13. Alternatif Pekerjaan Drainase

Keterangan	Uraian
Eksisting	U-ditch 80.80-120 cm+Cover (G.10 TON)
Alternatif 1	U-ditch 60.80-120 cm+Cover (G.10 TON)
Alternatif 2	U-ditch 60.100-120 cm +Cover (G.10 TON)

Tahap Evaluasi

Pada tahap ini dilakukan pula perhitungan analisa biaya dan analisa kelebihan dan kekurangan pada masing-masing alternatif.

Tabel 14. Rekapitulasi Perhitungan Perkerasan Rigid

Kriteria	Tebal Pelat	Tulangan	Dowel	<i>Tie bar</i>
Eksisting	30cm	<i>Wiremesh</i> M8 150×150	Dia.= 38mm Jarak =300mm Panjang =450mm	Dia.= 16mm Jarak =750mm Panjang= 700mm
Alternatif 1	28,5 cm	Tul. Memanjang dan Melintang dia. 8mm jarak 150mm	Dia. = 36mm Jarak =300mm Panjang= 450mm	Dia. = 16mm Jarak =750mm Panjang = 700mm
Alternatif 2	27cm	Tul. Memanjang dan Melintang dia. 8mm jarak 150mm	Dia. = 36mm Jarak =300mm Panjang = 450mm	Dia. = 16mm Jarak =750mm Panjang = 700mm

Tabel 15. Rekapitulasi Perhitungan Drainase

Keterangan	B Saluran (m)	H Saluran (m)	Q Kapasitas (m ³ /detik)	Q Rencana (m ³ /detik)
Eksisting	0,8	0,8	0,00573	0,00375
Alternatif 1	0,6	0,8	0,00380	0,00375
Alternatif 2	0,6	1,0	0,00537	0,00375

Tabel 16. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Perkerasan Rigid

Uraian	Harga Satuan	Jumlah Harga
Eksisting		
Pelat Beton (t = 30 cm) , Tulangan (<i>Wiremesh</i> M8 150×150) , Dowel (Dia. 38mm, Jarak 300mm, Panjang 450mm), <i>Tie bar</i> (Dia. 16mm, Jarak 750mm, Panjang 700mm)	Rp.683.585,09	Rp.61.895.075.558,85
Alternatif 1		
Pelat Beton (t=28,5 cm) , Tulangan Memanjang dan Melintang (Diameter 8mm, Jarak 150mm) , Dowel (Diameter 36mm, Jarak 300mm, Panjang 450mm), <i>Tie bar</i> (Diameter 16mm, Jarak 750mm, Panjang 700mm)	Rp.630.850,88	Rp.57.120.266.759,42
Alternatif 2		
Pelat Beton (t=27 cm) , Tulangan Memanjang dan Melintang (Diameter 8mm, Jarak 150mm) , Dowel (Diameter 36mm, Jarak 300mm, Panjang 450mm), <i>Tie bar</i> (Diameter 16mm, Jarak 750mm, Panjang 700mm)	Rp.614.939,93	Rp.55.679.612.973,86

Tabel 17. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Sheet Pile

Uraian	Harga Satuan	Jumlah Harga
Eksisting		
<i>Sheet Pile</i> bentuk Flat 50x22 Type A-L=6m	Rp.449.382,71	Rp.33.780.853.059,32
Alternatif 1		
<i>Sheet Pile</i> bentuk Flat 50x22 Type B-L=6m	Rp.475.782,71	Rp.35.765.385.411,32
Alternatif 2		
Talud, L=6m	Rp.356.813,91	Rp.27.924.256.330,00

Tabel 18. Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Drainase

Uraian	Harga Satuan	Jumlah Harga
Eksisting		
U-ditch 80.80 - 120 cm + Cover (G. 10 TON)	Rp.2.493.100,00	Rp.32.618.058.333,33
Alternatif 1		
U-ditch 60.80 - 120 cm + Cover (G. 10 TON)	Rp.2.176.600,00	Rp.28.477.183.333,33

Alternatif 2		
U-ditch 60.100 - 120 cm + Cover (G. 10 TON)	Rp.2.294.300,00	Rp.30.017.091.666,67

Tabel 19. Analisa Kelebihan dan Kekurangan Pekerjaan Perkerasan Rigid

Kelebihan	Kekurangan
Alternatif 1	
1. Biaya lebih murah 2. Waktu pelaksanaan lebih cepat untuk pengecoran	1. Kekuatan kurang maksimal untuk pelat beton 2. Perlu waktu untuk merakit tulangan karena menggunakan tulangan konvensional
Alternatif 2	
1. Biaya lebih murah dibandingkan alternatif 1 2. Waktu pelaksanaan lebih cepat untuk pengecoran	1. Kekuatan kurang maksimal untuk pelat beton 2. Perlu waktu untuk merakit tulangan karena menggunakan tulangan konvensional

Tabel 20. Analisa Kelebihan dan Kekurangan Pekerjaan Sheet Pile

Kelebihan	Kekurangan
Alternatif 1	
Momen crack lebih besar	Biaya lebih mahal
Alternatif 2	
Biaya lebih murah	Kekuatan kurang maksimal

Tabel 21. Analisa Kelebihan dan Kekurangan Pekerjaan Drainase

Kelebihan	Kekurangan
Alternatif 1	
Biaya lebih murah	Kapasitas kurang maksimal
Alternatif 2	
Biaya lebih mahal dibandingkan alternatif 1	Kapasitas memenuhi standar

Tahap Pengembangan

Pada tahap ini masing-masing alternatif dianalisis secara lebih mendalam menggunakan analisa perhitungan biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost*), analisa menggunakan metode *zero-one* dan analisa *value matrix*. *Life Cycle Cost* bertujuan untuk melakukan penilaian berdasarkan kriteria biaya. Beberapa dasar ketentuan yang digunakan untuk analisa ini adalah. Nilai umur rencana 40 tahun, dan nilai *i* (rata-rata bunga deposito 5 bank besar+resiko) diasumsikan nilai resiko sama dengan rata-rata bunga.

Sehingga nilai $i = 4,92\% + 4,92\% = 9,84\% \approx 10\%$

Nilai $P/A = 9,7791$ (didapat dari Tabel Pemajemukan Diskrit)

Biaya *maintenance* = 10% dari biaya konstruksi

Adapun *life cycle cost* disajikan dalam tabel seperti berikut:

Tabel 22. *Life Cycle Cost* Pekerjaan Perkerasan Rigid

Present Value	Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2
Biaya Konstruksi	Rp. 81.926.254.629,09	Rp. 77.151.446.161,66	Rp. 75.726.409.383,13
Faktor P/A (n=40, i= 10%)	9,779050718	9,779050718	9,779050718
Annual Operational Cost	Rp. 8.192.625.462,91	Rp. 7.715.144.616,17	Rp. 7.572.640.938,31
Present Worth of Annual Operational Cost (2 x 3)	Rp. 80.116.099.919,28	Rp. 75.446.790.501,88	Rp. 74.053.239.808,58
Faktor P/A (n=40, i= 10%)	9,779050718	9,779050718	9,779050718
Annual Maintenance Cost	Rp. 8.192.625.462,91	Rp. 7.715.144.616,17	Rp. 7.572.640.938,31
Present Worth of Annual Maintenance Cost (5 x 6)	Rp. 80.116.099.919,28	Rp. 75.446.790.501,88	Rp. 74.053.239.808,58
Total Cost Present Value (1+4+7)	Rp. 242.158.454.467,65	Rp. 228.045.027.165,43	Rp. 223.832.889.000,29
Saving	Rp. -	Rp. 14.113.427.302,22	Rp. 18.325.565.467,36
Percentage Saving Cost		6%	8%

Tabel 23. *Life Cycle Cost* Pekerjaan Sheet Pile

Present Value	Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2
Biaya Konstruksi	Rp. 41.249.305.383,79	Rp. 43.233.837.735,80	Rp. 27.924.256.330,00
Faktor P/A (n=40, i= 10%)	9,779050718	9,779050718	9,779050718
Annual Operational Cost	Rp. 4.124.930.538,38	Rp. 4.323.383.773,58	Rp. 2.792.425.633,00
Present Worth of Annual Operational Cost (2 x 3)	Rp. 40.337.904.945,01	Rp. 42.278.589.197,28	Rp. 27.307.271.82,69
Faktor P/A (n=40, i= 10%)	9,779050718	9,779050718	9,779050718
Annual Maintenance Cost	Rp. 4.124.930.538,38	Rp. 4.323.383.773,58	Rp. 2.792.425.633,00
Present Worth of Annual Maintenance Cost (5 x 6)	Rp. 40.337.904.945,01	Rp. 42.278.589.197,28	Rp. 27.307.271.82,69
Total Cost Present Value (1+4+7)	Rp. 121.925.115.273,81	Rp. 127.791.016.130,36	Rp. 82.538.800.115,37
Saving	Rp. -	Rp. (5.865.900.856,55)	Rp. 39.386.315.158,44
Percentage Saving Cost		-5%	32%

Tabel 24. *Life Cycle Cost* Pekerjaan Drainase

Present Value	Eksisting	Alternatif 1	Alternatif 2
Biaya Konstruksi	Rp. 32.618.058.333,33	Rp. 28.477.183.333,33	Rp. 30.017.091.666,67
Faktor P/A (n=40, i= 10%)	9,779050718	9,779050718	9,779050718

Annual Operational Cost	Rp. 3.261.805.833,33	Rp. 2.847.718.333,33	Rp. 3.001.709.166,67
Present Worth of Annual Operational Cost (2 x 3)	Rp. 31.897.364.677,99	Rp. 27.847.982.013,60	Rp. 29.353.866.182,95
Faktor P/A (n=40, i= 10%)	9,779050718	9,779050718	9,779050718
Annual Maintenance Cost	Rp. 3.261.805.833,33	Rp. 2.847.718.333,33	Rp. 3.001.709.166,67
Present Worth of Annual Maintenance Cost (5 x 6)	Rp. 31.897.364.677,99	Rp. 27.847.982.013,60	Rp. 29.353.866.182,95
Total Cost Present Value (1+4+7)	Rp. 96.412.787.689,32	Rp. 84.173.147.360,54	Rp. 88.724.824.032,58
Saving	Rp. -	Rp. 12.239.640.328,78	Rp. 7.687.963.656,75
Percentage Saving Cost		13%	8%

Metode *Zero-One* merupakan salah satu cara untuk pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan urutan berdasarkan kriteria-kriteria yang ada.

Tabel 25. *Zero One* Pekerjaan Perkerasan Rigid

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Kekuatan	Waktu	Total	Peringkat
Biaya	X	1	1	1	1	1	5	I
Fungsional	0	X	1	0	0	0	1	IV
Material	0	0	X	1	0	1	2	III
Pelaksanaan	0	1	0	X	0	1	2	III
Kekuatan	0	1	1	1	X	1	4	II
Waktu	0	1	0	0	0	X	1	IV

Tabel 26. *Zero One* Pekerjaan Sheet Pile

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Kekuatan	Waktu	Total	Peringkat
Biaya	X	0	1	1	1	1	4	II
Fungsional	1	X	1	1	1	1	5	I
Material	0	0	X	0	0	1	1	IV
Pelaksanaan	0	0	1	X	0	0	1	IV
Kekuatan	0	0	1	1	X	1	3	III
Waktu	0	0	0	1	0	X	1	IV

Tabel 27. *Zero One* Pekerjaan Drainase

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Kekuatan	Waktu	Total	Peringkat
Biaya	X	0	1	1	1	1	4	II
Fungsional	1	X	1	1	1	1	5	I
Material	0	0	X	0	0	1	1	IV
Pelaksanaan	0	0	1	X	0	0	1	IV
Kekuatan	0	0	1	1	X	1	3	III
Waktu	0	0	0	1	0	X	1	IV

Value matrix ini sangat berguna untuk mengambil keputusan, alternatif yang mendapatkan nilai paling tinggi adalah alternatif yang terbaik.

Tabel 28. *Value Matrix* Pekerjaan Perkerasan Rigid

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Kekuatan	Waktu	Total	Peringkat
Bobot	10	7	8	8	9	7		
Eksisting	1	4	4	4	4	3		
	10	28	32	32	36	21	159	II
Alternatif 1	3	4	4	3	3	2		
	30	28	32	24	27	14	155	III
Alternatif 2	4	4	4	3	2	3		
	40	28	32	24	18	21	163	I

Tabel 29. *Value Matrix* Pekerjaan Sheet Pile

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Kekuatan	Waktu	Total	Peringkat
Bobot	9	10	7	7	8	7		
Eksisting	2	4	4	4	4	4		
	18	40	28	28	32	28	174	II
Alternatif 1	1	4	4	4	4	4		
	9	40	28	28	32	28	165	III
Alternatif 2	4	4	4	3	4	3		
	36	40	28	21	32	21	178	I

Tabel 30. Value Matrix Pekerjaan Drainase

Kriteria	Biaya	Fungsional	Material	Pelaksanaan	Kekuatan	Waktu	Total	Peringkat
Bobot	9	10	7	7	8	7		
Eksisting	2	4	4	4	4	4		
	18	40	28	28	32	28	174	III
Alternatif 1	4	4	4	4	2	4		
	36	40	28	28	16	28	176	I
Alternatif 2	3	4	4	4	3	4		
	27	40	28	28	24	28	175	II

Tahap Presentasi

Pada tahap ini adalah tahapan terakhir dari *value engineering job plan*. Setelah melakukan semua analisa secara keseluruhan, maka hasil dari semua analisis tersebut dipilih alternatif yang terbaik yang akan dijadikan sebagai hasil akhir dari *value engineering*.

Tabel 31. Tahap Presentasi Pekerjaan Perkerasan Rigid

Item : Perkerasan Rigid	
Eksisting	Pelat Beton (t = 30 cm) Tulangan (<i>Wiremesh</i> M8 150×150) Dowel (Dia. 38mm, Jarak 300mm, Panjang 450mm) <i>Tie bar</i> (Dia. 16mm, Jarak 750mm, Panjang 700mm)
Alternatif terpilih	Alternatif 2: Pelat Beton (t=27 cm) Tulangan Memanjang (Dia. 8mm, Jarak 150mm) Tulangan Melintang (Dia. 8mm, Jarak 150mm) Dowel (Dia. 36mm, Jarak 300mm, Panjang 450mm) <i>Tie bar</i> (Dia. 16mm, Jarak 750mm, Panjang 700mm)
Penghematan Biaya	Rp. 18.325.565.449,51 atau sebesar 8% dari biaya pada pekerjaan perkerasan rigid
Dasar Pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> Mampu menghemat biaya sebesar 8% Dimensi tebal pelat lebih kecil namun tetap memenuhi standar. Menggunakan tulangan konvensional sehingga biaya lebih murah.

Tabel 32. Tahap Presentasi Pekerjaan Sheet Pile

Item : Sheet Pile	
Eksisting	<i>Sheet Pile</i> bentuk Flat 50x22 Type A-L=6m
Alternatif terpilih	Alternatif 2: Talud, L=6m
Penghematan Biaya	Rp. 39.386.315.158,44 atau sebesar 32% dari biaya pekerjaan <i>sheet pile</i>
Dasar Pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> Mampu menghemat biaya sebesar 32% Material yang dibutuhkan mudah didapatkan

Tabel 33. Tahap Presentasi Pekerjaan Drainase

Item : Drainase	
Eksisting	U-ditch 80.80 - 120 cm + Cover (G. 10 TON)
Alternatif terpilih	Alternatif 1 U-ditch 60.80 - 120 cm + Cover (G. 10 TON)
Penghematan Biaya	Rp. 12.239.640.328,78 atau sebesar 13% dari biaya pada pekerjaan drainase
Dasar Pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> Mampu menghemat biaya sebesar 13% Dimensi U-ditch lebih kecil namun tetap memenuhi standar.

SIMPULAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka diperoleh simpulan sebagai berikut:

- Berdasarkan hukum pareto didapatkan 80% pekerjaan biaya tertinggi terjadi pada 3 item pekerjaan, yaitu pekerjaan perkerasan rigid, pekerjaan *sheet pile*, dan pekerjaan drainase. Dengan mempertimbangkan hasil dari analisis menggunakan *Life Cycle Cost* dan *Value Matrix*, maka didapatkan alternatif terpilih, untuk pekerjaan perkerasan rigid alternatif yang terpilih yaitu perkerasan beton dengan tebal pelat 27cm, tulangan memanjang dan melintang diameter 8mm jarak 150mm, dowel diameter 36mm jarak 300mm panjang 450mm, dan *tie bar* diameter 16mm jarak 750mm panjang 700mm, untuk pekerjaan *sheet pile* alternatif yang terpilih yaitu Talud dimensi L=6m, dan untuk pekerjaan drainase alternatif yang terpilih yakni U-ditch ukuran 60x80-120cm+Cover (G 10 ton).
- Setelah dilakukan penerapan *value engineering* pada proyek peningkatan jalan di Jalan Lingkar Timur Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur, potensi penghematan biaya yang didapatkan yakni sebesar Rp.26.032.346.229,- atau 12,6% dari biaya awal proyek yang sebesar Rp.208.105.921.812,- dan setelah dilakukan rekayasa nilai total biaya proyek menjadi Rp.182.073.575.582,-.

DAFTAR PUSTAKA

- Berawi, M.A. 2014. *Aplikasi Value Engineering pada Industri Konstruksi Bangunan Gedung*. Jakarta: UI Press.
- Dell'Isola, Alphonse. 1997. *Value Engineering: Practical Applications for Design, Construction, Maintenance & Operations*. USA: R.S. Means Company, Inc.
- Priyo, M. dan Hermawan, T.D. 2010. "Aplikasi *Value Engineering* pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung BPKP Yogyakarta)". Universitas Muhammadiyah Yogyakarta: Jurnal Ilmiah Semesta Teknika.